

5

Verfahren zum Warmfließformbiegen
und eine Vorrichtung zur Ausübung des Verfahrens

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zum Warmfließformbiegen und eine Vorrichtung zur Ausführung dieses Verfahrens nach dem Oberbegriff der
10 Patentansprüche 1 und 11.

Aus älteren Anmeldungen des gleichen Anmelders ist bekannt, mit sogenannten Vier-Rollen-Biegemaschinen auch empfindliche und dünnwandige, geschlossene, halboffene und offene Profile zu biegen.

15

Die Biegung erfolgt in Form von zwei- oder auch von dreidimensionalen Formgebungen.

Bei der Umformung von Profilen z. B. aus Magnesiumlegierungen oder auch bei
20 hochfesten Stählen hat sich herausgestellt, dass ein reines Kalt-Umformbiegen nicht ausreicht. Durch die hohe Festigkeit des umzuformenden Materials und einer damit verbundenen Sprödigkeit bedingt, reicht die Umformfähigkeit nicht aus, das Profil zufriedenstellend umzuformen. Bei bestimmten Umformgraden bricht das Profil, reißt aus oder wird in anderer Weise beschädigt, so dass es bisher nicht
25 möglich war, solche empfindlichen Profile zu biegen.

Insbesondere bei dünnwandigen Profilen hat es sich herausgestellt, dass diese Profile zum Ausbeulen neigen und eine Umformung bisher nicht möglich war.

30 Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein neuartiges Verfahren zur Biegeumformung von dünnwandigen und empfindlichen, offenen, halboffenen und geschlossenen Profilen vorzuschlagen, welches betriebssicher arbeitet.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe ist die Erfindung durch ein Verfahren nach der
35 technischen Lehre des Anspruches 1 gekennzeichnet.

- 5 Wesentlich ist, dass mindestens die in der Biegewalzzone angeordneten Rollen beheizt sind.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die dort angeordneten und einander gegenüberliegenden Rollen, die sich an den einander
10 gegenüberliegenden Wänden des Profils anlegen, entsprechend beheizt sind.

Zwar wird in der folgenden Beschreibung für mindestens eine dieser beiden Rollen der Begriff „Walzrolle“ verwendet. Dies ist jedoch nicht wortgetreu zu verstehen, denn diese Rollen haben funktionell nicht mehr ausschließlich eine
15 Auswalzaufgabe, sondern sie dienen zusätzlich der Formführung des Profils in der Biegewalzzone. Die eigentliche Biegung des Profils erfolgt im Abstand zwischen der in Einlaufrichtung hinten liegenden Biegerolle und mindestens einer im Abstand in Einlaufrichtung vorne angeordneten Stützrolle.

20 Die Erfindung ist jedoch nicht auf die beheizte Anordnung von Walzrollen im Bereich der Biegewalzzone beschränkt. Es können selbstverständlich auch weitere Rollen beheizt werden, insbesondere die in Einlaufrichtung vor der Biegewalzzone angeordneten Stützrolle und die gegenüberliegende Gegenrolle, welche eine Abstützung des zu biegenden Profils gegenüber der in Einlaufrichtung
25 vorne liegenden Biegerolle ermöglichen.

Statt der beschriebenen Vier-Rollen-Biegemaschine können deshalb auch andere Rollen-Biegemaschinen beheizt ausgeführt werden. Die Erfindung wird deshalb nur beispielhaft anhand einer Vier-Rollen-Biegemaschine erläutert. Die technische
30 Lehre nach der Erfindung gilt jedoch für alle bekannten Biegeverfahren.

Für die Ausbildung der Beheizung gibt es ebenfalls verschiedene Ausführungsformen, die alle vom Erfindungsgegenstand der vorliegenden Erfindung umfasst sein sollen.

35

In einer ersten bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die in der Biegewalzzone einander gegenüberliegend angeordneten Walzrollen

5 (nämlich die obere Walzrolle und die gegenüberliegende Mittelrolle) elektrisch leitfähig (hoch-stromführend) ausgebildet sind. Zu diesem Zweck trägt jede Walzrolle einen außenliegenden stromführenden Mantel, der radial einwärts durch einen Isolerring von einem inneren Träger elektrisch isoliert ist, wobei der Träger in an sich bekannter Weise drehfest mit der Welle verbunden ist.

10

Die gegenüberliegende Rolle ist in gleicher Weise ausgebildet. Wird nun ein relativ hoher Strom von z. B. 1000 bis 2000 Ampère auf die eine Rolle aufgegeben, dann ergeben sich eine Reihe unterschiedlich verlaufender Strompfade, die sich mindestens teilweise durch das zu biegende Profil erstrecken. Aufgrund
15 entsprechender Widerstandserwärmung wird das Profil hochwirksam lediglich in der Biegewalzzone gezielt erwärmt. Diese Strompfade gehen – wie ausgeführt – teilweise durch das zu biegenden Profil hindurch. Teilweise verlaufen die Strompfade jedoch auch nach innen in Richtung auf einen im Bereich der Biegewalzzone gehaltenen Dornschaft, über dessen Dornstange ebenfalls ein Teil
20 der Stromflüsse nach außen abgeleitet wird. Dadurch erfolgt die Widerstandserwärmung auch im Innenraum des Profils.

Ein weiterer Stromfluss erfolgt durch die einander gegenüberliegenden Rollen direkt unter elektrischer Zwischenschaltung des leitfähigen Profils, so dass
25 lediglich die Biegewalzzone konzentriert und mit hohem Wirkungsgrad mit sehr hohen Temperaturen aufgeheizt wird.

Bei der Umformung von dünnwandigem Magnesiumprofilen bzw. Magnesiumlegierungsprofilen werden hierbei Temperaturen in der Biegewalzzone
30 von etwa zwischen 150 bis 200 °C erzeugt.

Bei der Umformung von hochfesten Stahlblechprofilen werden hingegen Temperaturen im Bereich zwischen 700 und 900 °C bevorzugt.

35 Wichtig bei dieser Ausführungsform ist, dass konzentriert lediglich in der Biegewalzzone eine relativ hohe Erwärmung stattfindet. Diese Erwärmung wird bevorzugt durch die genannte Stromfluss-Widerstandsheizung erzeugt.

5 Hierauf ist die Erfindung jedoch nicht beschränkt. Die Erfindung kann auch
vorsehen, dass die einander gegenüberliegenden Walzrollen mit an sich
bekannten Heizpatronen bestückt sind, welche die Walzrollen vorheizen.

10 Ebenso ist es möglich, Heizwendeln in die einander gegenüberliegenden
Walzrollen einzulegen, um diese ebenfalls über einen entsprechenden Stromfluss
aufzuheizen.

15 Neben der hier genannten Widerstandsstromflussheizung und der Beheizung mit
einzelnen Heizelementen ist in einer Weiterbildung der Erfindung vorgesehen,
dass die Walzrollen durch andere Heizmittel aufgeheizt werden, wie z. B. durch
flüssige Heizmittel, die in den Innenraum der Walzrollen geleitet werden, durch
Warmluftheizmittel, welche unmittelbar auf die Rollen wirken, durch Infrarot oder
durch induktive Erwärmung der Walzrollen.

20 Ebenso können diese Walzrollen mit Hilfe von Laser-Energie aufgeheizt werden.
Alle genannten Heizverfahren können auch untereinander kombiniert werden.

25 Die Erfindung ist auch nicht auf die Aufheizung der Walzrolle und der dieser
bezüglich der Biegewalzzone gegenüberliegenden Mittelrolle beschränkt.

30 In einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass auch senkrecht zu
den beiden erwähnten Rollen vorgesehene, sogenannte Vertikalwalzrollen
zusätzlich aufgeheizt sind. Es werden hierbei sämtliche Heizverfahren
angewendet, wie sie vorstehend beschrieben wurden. Die genannten
Vertikalwalzrollen legen sich an der Seitenwand des zu biegenden Profils an und
führen dort konzentriert die Wärme in das zu biegende Profil in die Seitenwand
ein.

35 Insbesondere wenn die vorher erwähnte Stromflussheizung verwendet wird,
ergeben sich auch Stromflusspfade, welche sich über die Vertikalwalzrollen
erstrecken.

5 Die Erfindung ist nicht auf die Beheizung von Walzrollen im Bereich der Biegewalzzone beschränkt, sondern es ist in einer Weiterbildung vorgesehen, dass die in der Einlaufrichtung vorne liegenden Rollen beheizt sind. Es handelt sich hierbei um die Stützrolle und die der Stützrolle gegenüberliegende Gegenrolle, die sich wiederum beide an den einander gegenüberliegenden
10 Wänden des Profils anlegen.

Auch diese beiden Rollen können über sämtliche vorbeschriebenen Heizmechanismen beheizt werden. Die Beheizung in diesem Bereich entspricht dann einer Vorwärmung des Profils, welches dann endgültig in der Biegewalzzone
15 konzentriert aufgeheizt und erwärmt wird. Damit wird die Umformung auch empfindlicher Profile wesentlich verbessert.

Durch die kontrollierte Anordnung von Strompfaden, die sich dadurch ergeben, dass sich die einander gegenüberliegenden Walzrollen in der Biegewalzzone
20 elektrisch leitfähig an das Profil anlegen, ergeben sich genau definierte Strompfade, so dass es durch die Anlegung des Stromes möglich ist, die Temperatur in der Biegewalzzone auf $\pm 1^\circ\text{C}$ genau zu regeln.

Zur Regelung werden entsprechende Temperatursensoren an den einander
25 gegenüberliegenden Walzrollen angeordnet, welche den Stromfluss durch die Anordnung regeln.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist es im Übrigen vorgesehen, dass auf der Einlaufseite des Profils, nämlich im Bereich der Maschinenbrücke eine weitere
30 Vorwärmung stattfindet. Diese Vorwärmung kann aus einem Heizkanal bestehen, in dessen Innenraum eine Anzahl von mehreren hintereinander angeordneten Heizstationen angeordnet sind.

Diese Heizstationen können in beliebiger Weise eine vordefinierte Erwärmung des
35 Profils erbringen.

5 Es wird hierbei jedoch bevorzugt, dass jede Heizstation als Strahlungsheizung (IR-Heizung) ausgebildet ist. Neben der Strahlungsheizung können jedoch auch noch andere Heizmechanismen verwendet werden, wie z. B. Induktionsheizungen und bevorzugt andere berührungslose Heizverfahren.

10 Mit der gegebenen technischen Lehre ergibt sich der Vorteil, dass auch sehr empfindliche Magnesium und Magnesiumlegierungen bzw. Aluminium-Magnesium-Legierungen auch bei dünnwandigen Wandstärken erstmals sicher umgeformt werden können, ohne dass es zu einem Bruch oder einem Ausbeulen des Profils kommt.

15

Zur Abstützung des Profils von der Innenseite wird im Innenraum des Profils ein Dornschaft mitgeführt, der an einer Dornstange befestigt ist.

Hierbei wird es bevorzugt, wenn am vorderen Ende eine Gliederkette angeordnet
20 ist, die abstützend im Innenraum des Profils verläuft und aus der Biegezone heraus in den Bereich der Biegerolle hineinreicht, um so der Biegerolle ein entsprechendes Gegenlager zu bieten.

Damit wird eine Abstützung des Profils gegenüber der Biegerolle erreicht, so dass
25 die Biegerolle nicht das Profil noch nachträglich deformieren kann.

Hier ist es in einer Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, dass der Dornschaft beheizt ist. Wie bereits schon vorhin angegeben, erfolgt die Beheizung bevorzugt über die beschriebene Stromflussheizung.

30

Für die Beheizung des Dornschaftes können jedoch auch alle anderen vorher genannten Heizmechanismen einzeln und/oder in Kombination untereinander verwendet werden, insbesondere eine Strahlungsheizung, eine Flüssigkeitsheizung, eine Laserheizung und dergleichen mehr.

35

- 5 Der Erfindungsgegenstand der vorliegenden Erfindung ergibt sich nicht nur aus dem Gegenstand der einzelnen Patentansprüche, sondern auch aus der Kombination der einzelnen Patentansprüche untereinander.

10 Alle in den Unterlagen, einschließlich der Zusammenfassung offenbarten Angaben und Merkmale, insbesondere die in den Zeichnungen dargestellte räumliche Ausbildung, werden als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

15 Im Folgenden wird die Erfindung anhand von lediglich einen Ausführungsweg darstellenden Zeichnungen näher erläutert. Hierbei gehen aus den Zeichnungen und ihrer Beschreibung weitere erfindungswesentliche Merkmale und Vorteile der Erfindung hervor.

Es zeigen:

20

Figur 1: schematisiert dargestellte perspektivische Ansicht einer Warmfließformbiegemaschine nach der Erfindung

Figur 2: eine vergrößerte teilweise Darstellung des Biegekopfes im Schnitt

25

Figur 3: die Darstellung der Warmfließformbiegemaschine nach Figur 1 mit weiteren Einzelheiten

Figur 4: ein Schnitt gemäß der Linie IV-IV in Figur 3

30

Figur 5: ein Schnitt gemäß der Linie V-V in Figur 3

35 In Figur 1 ist eine Maschinenbrücke 1 dargestellt, auf der eine Reihe von hintereinander angeordneten Führungsstationen 3, 4, 5 befestigt ist. An der hinteren Seite der Maschinenbrücke ist eine Dornhaltestation 2 für die Halterung von 2 Dornstangen 6, 7 angeordnet.

- 5 Die Führungsstationen 3, 4, 5 dienen sowohl zur Führung der Dornstangen 6, 7 als auch zur Führung eines nicht näher dargestellten, umzuformenden Profils 21.

In nicht näher dargestellter Weise ist dieses Profil 21 in einem Einspannkopf 8 eingespannt, der mit einem Schubschlitten 9 verbunden ist.

10

Der Schubschlitten 9 wird über Antriebe 10 in Längsrichtung der Maschinenbrücke 1 angetrieben verfahren, um so das umzuformende Profil 21 in den Biegekopf 70 einzuschieben.

- 15 Aus den Figuren 2 und 3 gehen weitere Einzelheiten hervor.

Die Figur 3 zeigt, dass es in einer Ausführungsform wesentlich ist, dass dem umzuformenden Profil 21 ein Heizkanal 30 zugeordnet ist.

- 20 Dieser Heizkanal besteht aus einer Reihe von hintereinander angeordneten Heizstationen 31, 32, 33, von denen jede Heizstation mehrere Strahler 34, 35 aufweist.

- 25 Ferner sind in dem Heizkanal 30 noch Führungsrollen 37 angeordnet, welche pendelnd gelagert sind und mit Hilfe von Federelementen 38 gegen das umzuformende Profil 21 angestellt werden.

Der Schnitt durch den Halbkanal 30 ist in Figur 4 dargestellt. Dort sind die einzelnen, vorher erwähnten Teile im Schnitt gezeichnet.

30

Anstatt von 2 Dornstangen 6, 7 – wie in Figur 1 dargestellt – wird hier nur eine einzige Dornstange 6 verwendet.

- 35 Anhand der Figuren 2 und 3 wird nun der erfindungsgemäße neue Biegekopf 70 näher erläutert.

5 Er besteht im Wesentlichen aus einer Mittelrolle 11, die auf einer Drehachse 12 drehbar gelagert ist und beispielsweise in Pfeilrichtung 29 drehend angetrieben ist.

Der Mittelrolle 11 liegt – dem biegenden Profil gegenüber – eine Walzrolle 14 gegenüber, so dass durch diese beiden Walzrollen 11, 14 eine Biegewalzzone 40
10 für das umzuformende Profil 21, 21' definiert wird.

So kann die Walzrolle 14 angetrieben sein und zusätzlich arbeitet der Schubschlitten 9 in Richtung der Längsachse des Profils 21, um dieses durch die Biegewalzzone 40 hindurchzuschieben.

15 Im Innenraum des Hohlprofils ist hierbei im Bereich der Biegewalzzone 40 ein Dornschaft 25 angeordnet, der bevorzugt aus mehreren Elementen besteht.

Das hintere Ende des Dornschaftes 25 wird durch ein erstes Stützelement 26
20 gebildet, welches im Zwischenraum zwischen einer Stützrolle 17 und einer die dem gegenüberliegenden Gegenrolle 18 angeordnet ist.

Im Bereich der Biegewalzzone 40 bildet der Dornschaft 25 ein zweites Stützelement 27 aus, welches ein Einbeulen oder ein Einbruch des Profils im
25 Bereich der Biegewalzzone 40 verhindert.

Im Bereich nach vorne ist der Dornschaft 25 mit einer Gliederkette 28 verbunden, die aus einzelnen, gelenkig miteinander verbundenen Gliedern besteht, die sich an der Innenwand des Hohlprofils anlegen, wobei die Gliederkette 28 bis in den
30 Bereich der Biegerolle 13 führt.

Die Biegerolle 13 ist verschwenkbar ausgebildet und kann in beliebiger Weise auf das zu biegende Profil 21' zugestellt werden, um so eine definierte Biegung zu erreichen.

35 Die Biegung des umzuformenden Profils erfolgt also bevorzugt durch die Einwirkung der Biegerolle 13 auf das umzuformende Profil 21, wodurch ein

- 5 entsprechender Gegendruck von der im Abstand dahinter angeordneten Stützrolle 17 erreicht wird.

Die Umformung (ein Warmfließformbiegen) erfolgt jedoch im Bereich der Biegewalzzzone 40.

10

Die Figur 5 zeigt, dass im Bereich der Biegewalzzzone 40 noch weitere Walzrollen angeordnet werden können, welche sich an die obere und untere Seitenwand des Profils anlegen. Die Vertikalwalzrollen 15, 16 sind in Figur 5 dargestellt.

- 15 Sinn dieser Vertikalwalzrollen ist, noch zusätzlich das Profil im Bereich der Seitenwand zu führen und ein Ausbrechen in diesem Bereich zu verhindern.

Es ist im Übrigen nicht näher dargestellt, dass auch im Bereich der Stütz- und der Gegenrolle 17, 18 wiederum in senkrechter Ebene hierzu weitere
20 Vertikalwalzrollen 19, 20 angeordnet sein können, so wie dies in Figur 2 angedeutet ist.

Das gesamte Profil 21 liegt im Übrigen auf einem Auflagetisch 22 auf, um ein Herabsinken des Profils zu verhindern.

25

Der Biegekopf weist im Übrigen einen Boden 23 und einen oberen Deckel 24 auf.

Wichtig ist nun die elektrische Stromflussheizung im Bereich der Biegewalzzzone 40, wie sie anhand der Figur 2 näher dargestellt ist.

30

Zunächst ist erkennbar, dass die obere Walzrolle 14 auf einem Schubschlitten 65 drehbar gelagert ist, der in Richtung auf das zu biegende Profil zu und wegstellbar ausgebildet ist.

- 35 An diesem Schubschlitten 25 wird nun der eine Pol einer Stromflussquelle angelegt, während der andere Pol der Stromflussquelle elektrisch leitfähig mit der gegenüberliegenden Mittelrolle 11 verbunden wird.

- 5 Es kommt daher zur Ausbildung der Strompfade 55-64, die in der Zeichnung mit den Strompfaden A1 bis A10 im Einzelnen eingetragen sind.

Beispielsweise erstreckt sich der Strompfad A1 von der Mittelrolle 11 über den elektrisch leitfähigen Mantel 41 auf die Oberfläche des Profils 21 und wird dort in
10 Form des Strompfades 62 (A8) umgeleitet und fließt über das Profil ab.

Der Strompfad A3 geht in den Strompfad A4 über. Der Strompfad A5 geht in den Strompfad A6 über. Der Strompfad A7 geht in den Strompfad A8 über. Der Strompfad A9 geht in den Strompfad A10 über.

15

Alle Strompfade sind miteinander vernetzt und elektrisch leitfähig miteinander verbunden.

Durch die Einleitung eines relativ großen Stromes, der über den elektrisch leitfähigen Mantel 41 der Walzrolle 14 auf das elektrisch leitfähige Profil 21 fließt, und von diesem Profil auf den elektrisch leitfähigen Mantel 41 der Mittelrolle 11 ergeben sich konzentrierte hoch energiereiche Heizzonen im Bereich der Biegewalzzone 40, so dass das empfindliche Profil konzentriert nur im Bereich dieser Umformzone aufgeheizt wird.
20

25

Es ist noch dargestellt, dass die gleichen Heizmechanismen mit den Strompfaden auch im Bereich der senkrecht hierzu angeordneten Vertikalwalzrollen 15, 16 angeordnet sein können.

- 30 Ebenso ist dargestellt, dass auch der Dornschaft 25 elektrisch leitfähig ausgebildet ist, wobei die Stützelemente 26, 27 ebenfalls elektrisch leitfähig sind und der Strom dann schließlich über die Dornstange 6 nach hinten abgeleitet wird.

Die Figur 2 zeigt im Übrigen, dass auch die Stützrolle 17 und die Gegenrolle 18 in der gleichen Weise elektrisch beheizt sind, wobei ein entsprechender Stromfluss über den Schubschlitten 66 eingeleitet wird und der Gegenpol beispielsweise elektrisch leitfähig mit dem Mantel der Gegenrolle 18 verbunden ist.
35

- 5 Es ergeben sich dann die Strompfade 45-54 mit den in der Zeichnung eingetragenen Bezeichnungen B1 bis B10.

Auch hier kommt es zu einer vielfältigen Verzweigung der Strompfade, wobei diese Stromflussbeheizung im Bereich der Stützrolle 17 und der Gegenrolle 18 als
10 Vorwärmung für die eigentliche Beheizung in der Biegewalzzone 40 anzusehen ist.

Auch hier kann es vorgesehen sein, dass senkrecht hierzu verlaufende Vertikalwalzrollen 19, 20 angeordnet sind, die in der gleichen Weise beheizt sein
15 können.

Die Biegerolle 13 ist im Übrigen auch auf einem Schubschlitten 67 gelagert, wobei jedoch die Biegerolle 13 nicht beheizt ist.

20 Wie bereits schon eingangs erwähnt, besteht jede durch Stromflussheizung beheizte Rolle 11, 14, 17, 18, 15, 16, 19, 20 aus einem elektrisch leitfähigen Mantel 41, der über einen elektrisch isolierenden Isoliering 43 von einem gegebenenfalls leitfähigen Träger 42 isoliert ist. Der jeweilige Träger 42 ist dann jeweils mit der Welle 44 drehfest verbunden.

25

Zur Figur 3 wird noch angemerkt, dass das auslaufseitige Ende des Heizkanals 30 mit einer Abschlussplatte 39 versehen ist, um eine unzulässige Entweichung der dort entwickelten Wärme aus dem Heizkanal 30 zu verhindern.

30 Der gesamten Heizeinrichtung ist ein entsprechend dimensionierter Transformator zugeordnet, der die entsprechenden Stromleistungen zur Verfügung stellt.

Der wesentliche Unterschied des erfindungsgemäßen Warmfließform-
biegeverfahrens zum Kaltfließformbiegen liegt darin, dass beim
35 Kaltfließformbiegen die Biegerollen eine gewisse Eindringtiefe in das Material des umzuformenden Profils benötigt wird, um einen Gefügefluss zu erreichen. Dieser Gefügefluss wird durch einen Walzeffekt erzielt und dieser durch eine bestimmte

- 5 Eindringtiefe des Profilquerschnitts in das umzuformende Profil erreicht. Hier liegt ein wesentlicher Unterschied zu dem neuartigen erfindungsgemäßen Warmfließformbiegen, weil – wie vorher dargestellt – die eigentlichen Walzrollen, nämlich die Mittelrolle 11 und die Walzrolle 14 keine eigentliche Auswalzung des Profils mehr vornehmen, sondern lediglich eine Stützfunktion und eine
10 Stromleitung übernehmen.

- Aufgrund der Widerstandserwärmung in der Walzbiegezone 40 wird eine Erwärmung im Gefüge des umzuformenden Profils erzeugt, um das Gefüge biegefähig zu machen. Ein entsprechendes Magnesiumprofil wäre bei
15 Raumtemperaturen nicht umformbar. Hier wird die vorher erwähnte verdrehte Erwärmung in der Biegewalzzone ermöglicht, um das Gefüge der Magnesiumlegierung fließfähig zu machen und eine Umformung im Bereich zwischen der Biegerolle 13 und der im Abstand davon angeordneten Stützrolle 17 zu ermöglichen.

- 20 Auf ein hochfestes Stahlmaterial bezogen bedeutet dies, dass dieses hochfeste Stahlmaterial in der Biegewalzzone im Temperaturbereich zwischen 700 bis 1000 °C aufgeheizt werden muss, um ebenfalls einen Gefügefluss in der Biegewalzzone zu ermöglichen und hierdurch erstmals die Umformung dieses Profils zu
25 erreichen.

5

Zeichnungslegende

1	Maschinenbrücke	36	Führung (Schubschlitten 9)
2	Dornhaltestation	37	Führungsrolle
3	Führungsstation	38	Federelement
10 4	Führungsstation	45 39	Abschlussplatte
5	Führungsstation	40	Biegewalzzzone
6	Dornstange	41	Mantel
7	Dornstange	42	Träger
8	Einspannkopf	43	Isolierung
15 9	Schubschlitten	50 44	Welle
10	Antrieb	45	Strompfad B1
11	Mittelrolle	46	Strompfad B2
12	Drehachse	47	Strompfad B3
13	Biegerolle 13' 13"	48	Strompfad B4
20 14	Walzrolle	55 49	Strompfad B5
15	Vertikalwalzrolle	50	Strompfad B6
16	Vertikalwalzrolle	51	Strompfad B7
17	Stützrolle	52	Strompfad B8
18	Gegenrolle	53	Strompfad B9
25 19	Vertikalwalzrolle	60 54	Strompfad B10
20	Vertikalwalzrolle	55	Strompfad A1
21	Profil 21'	56	Strompfad A2
22	Auflagetisch	57	Strompfad A3
23	Boden (Biegekopf)	58	Strompfad A4
30 24	Deckel	65 59	Strompfad A5
25	Dornschaft	60	Strompfad A6
26	Stützelement (hinten)	61	Strompfad A7
27	Stützelement (vorne)	62	Strompfad A8
28	Gliederkette	63	Strompfad A9
35 29	Pfeilrichtung	70 64	Strompfad A10
30	Heizkanal	65	Schubschlitten
31	Heizstation	66	Schubschlitten
32	Heizstation	67	Schubschlitten
33	Heizstation	68	
40 34	Strahler (oben)	75 69	
35	Strahler (seitlich)	70	Biegekopf

5

Patentansprüche

1. Verfahren zum Warmfließformbiegen von dünnwandigen geschlossenen, halboffenen oder offenen Profilen mit einer Biegemaschine bestehend aus mindestens zwei in Einlaufrichtung des biegenden Profils (21, 21') einander gegenüberliegend angeordneten Rollen (17, 18) hinter denen in Einlaufrichtung in axialem Abstand mindestens eine Walzrolle (14) und eine gegenüberliegend angeordnete Mittelrolle (11) angeordnet sind, die zusammen eine Biegewalzzone (40) für das umzuformende Profil (21, 21') ausbilden, wobei an der Auslaufseite mindestens eine gegen das zu biegende Profil zu- und wegstellbare Biegerolle (13) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens die in der Biegewalzzone (40) angeordneten Rollen (11, 14) beheizt sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** auch weitere Rollen der Biegemaschine beheizt sind.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in Einlaufrichtung vor der Biegewalzzone angeordneten Stützrolle und die gegenüberliegende Gegenrolle, welche eine Abstützung des zu biegenden Profils gegenüber der in Einlaufrichtung vorne liegenden Biegerolle beheizt sind.
4. Verfahren nach Anspruch nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in der Biegewalzzone angeordneten, einander gegenüberliegend angeordneten Walzrollen elektrisch leitfähig ausgebildet und von einem hohen Strom durchsetzt sind, der durch das umzuformende Profil (21, 21') mindestens im Bereich der Biegewalzzone verläuft.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der angelegte Strom auch auf die Innenseite des umzuformenden Profils auf den im Innenraum in der Biegewalzzone angeordneten Dornschaft geleitet wird.

5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rollen durch ein flüssiges Heizmittel beheizt werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rollen durch elektrisch beheizte Heizpatronen und/oder Heizwendeln
10 aufgeheizt werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rollen durch Strahlungsheizung und/oder durch induktive Erwärmung
15 aufgeheizt werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** auch weitere, senkrecht zu den beheizten Rollen angeordnete und in der Biegewalzzone angeordneten Vertikalwalzrollen beheizt sind.

20 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der Einlaufseite des Profils, nämlich im Bereich der Maschinenbrücke, eine Vorwärmung stattfindet.

11. Vorrichtung zum Warmfließformbiegen von dünnwandigen geschlossenen,
25 halboffenen oder offenen Profilen mit einer Biegemaschine bestehend aus mindestens zwei in Einlaufrichtung des biegenden Profils (21, 21') einander gegenüberliegend angeordneten Rollen (17, 18) hinter denen in axialem Abstand in Einlaufrichtung mindestens eine Walzrolle (14) und eine gegenüberliegend angeordnete Mittelrolle (11) angeordnet sind, die zusammen
30 eine Biegewalzzone (40) für das umzuformende Profil (21, 21') ausbilden, wobei an der Auslaufseite mindestens eine gegen das zu biegende Profil zu- und wegstellbare Biegerolle (13) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens die in der Biegewalzzone (40) angeordneten Rollen (11, 14) beheizt sind.

35 12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie zur

5 Ausübung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10 bestimmt ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beheizte Biegewalzzone (40) mindestens aus der
10 drehend angetriebenen Mittelrolle (11) besteht, der die Walzrolle (14) gegenüber liegt

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das umzuformende Profil (21, 21') durch die
15 Biegewalzzone (40) zusätzlich hindurch geschoben wird.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dornschaft (25) im Bereich der Biegewalzzone (40) beheizt ist und ein Stützelement (27) für den Innenraum des Profils ausbildet.
20

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Vorderseite des Dornschaftes (25) eine Gliederkette (28) befestigt ist , die aus einzelnen, gelenkig miteinander verbundenen Gliedern besteht, die sich an der Innenwand des Hohlprofils anlegen, wobei die Gliederkette (28) bis in den Bereich
25 der Biegerolle (13) führt.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich der Biegewalzzone (40) Vertikalwalzrollen (15, 16) angeordnet sind, die sich an die obere und untere Seitenwand des Profils anlegen.
30

18. Vorrichtung nach Anspruche 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** auch die Vertikalwalzrollen (15, 16) beheizt sind.

35 19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Strom über den elektrisch leitfähigen Mantel (41) der

- 5 Walzrolle (14) über das elektrisch leitfähige, umzuformende Profil (21) fließt, und von dort auf den elektrisch leitfähigen Mantel (41) der Mittelrolle (11) abgeleitet ist.

1/3

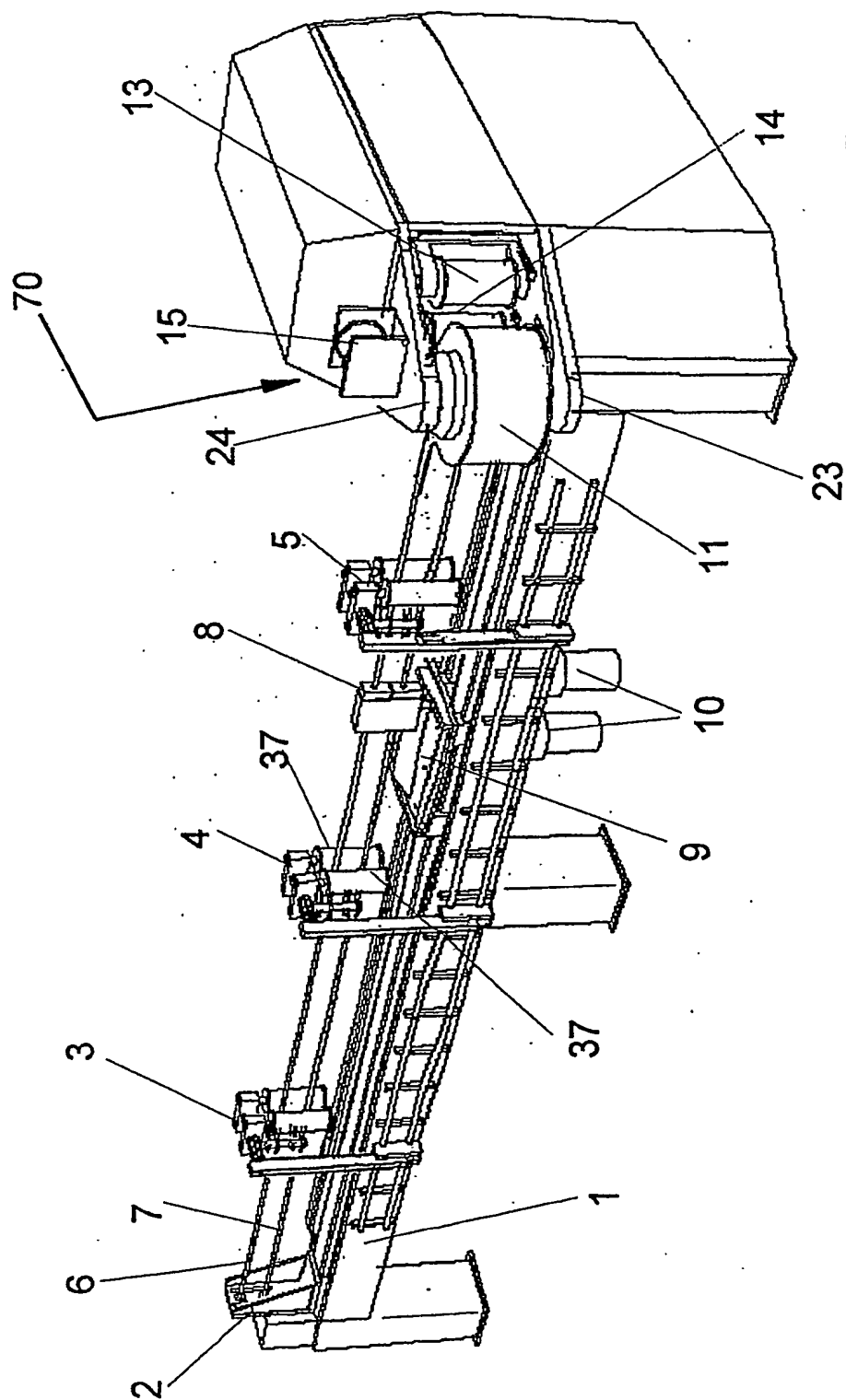


Fig.1

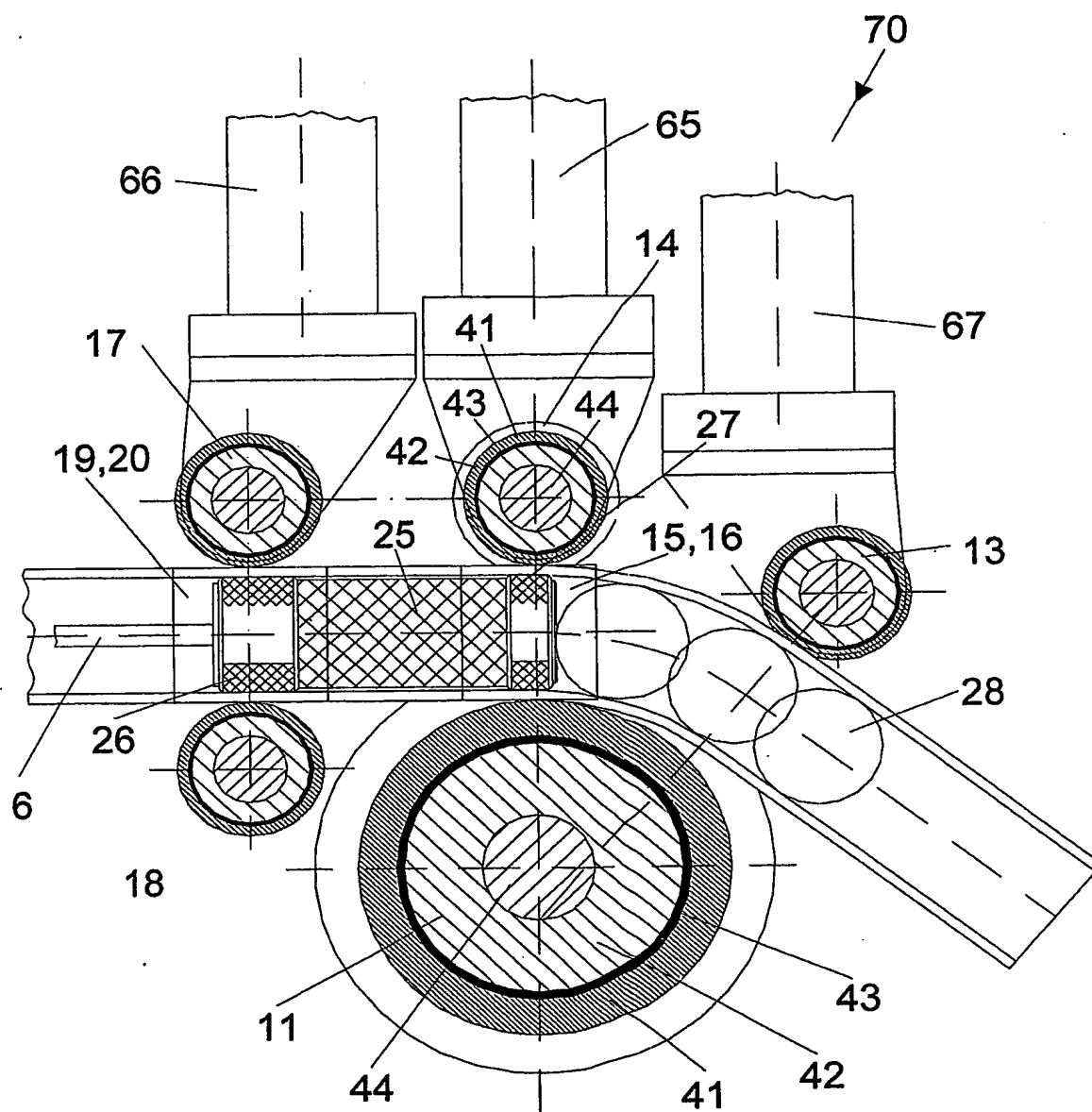


Fig.2

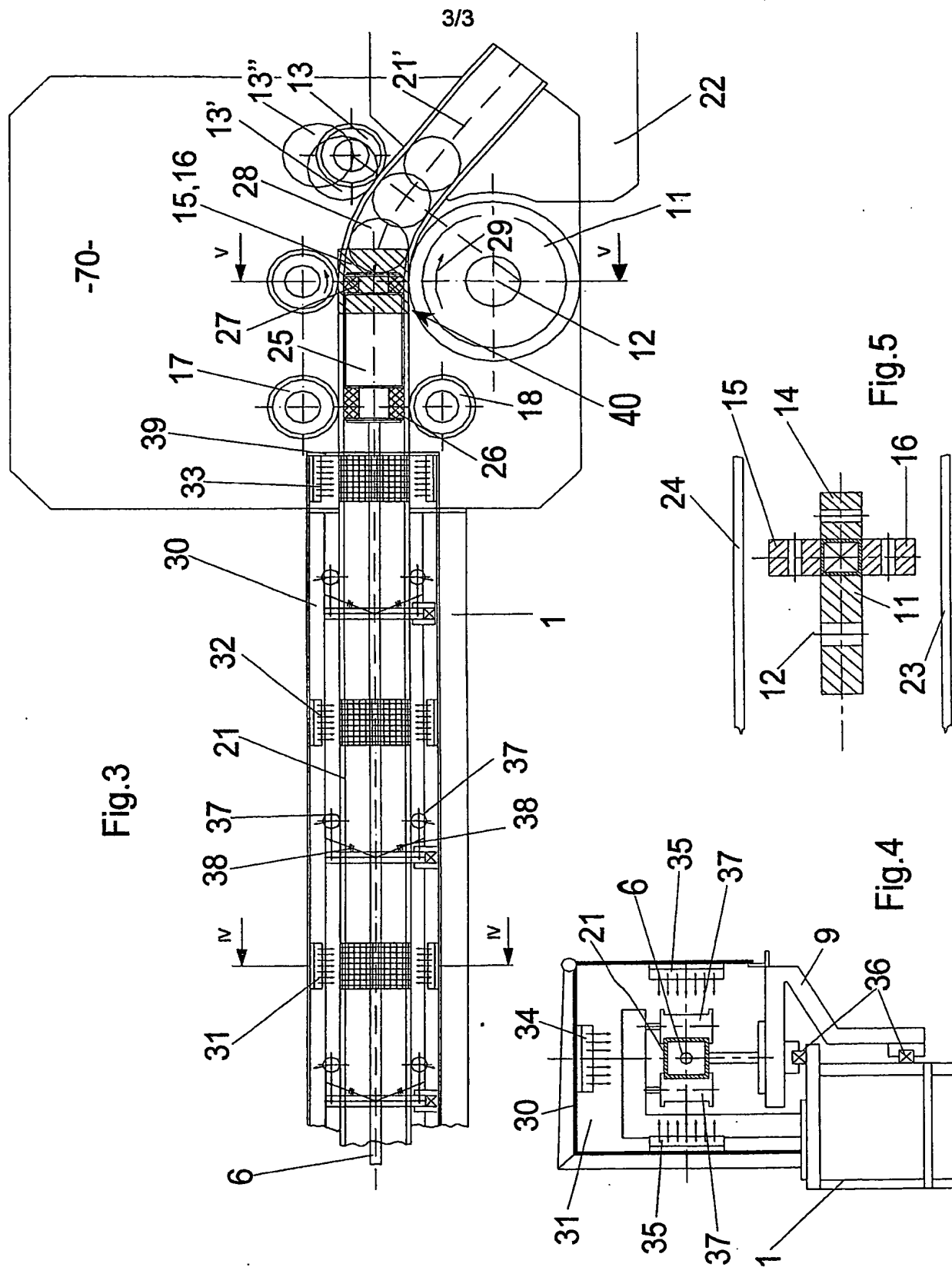


Fig.3

Fig.4

Fig.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/000162

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B21D9/10 B21D7/16 B21D9/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B21D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 916 319 A (YOSHINO SHUJI) 29 June 1999 (1999-06-29) figure 4	1, 11
A	US 4 653 301 A (MELIGA M) 31 March 1987 (1987-03-31) abstract	1, 11
A	US 3 368 377 A (HIRAYAMA ATSUO ET AL) 13 February 1968 (1968-02-13) column 3, lines 21-37; figure 5	1, 11
A	DE 25 46 695 A1 (DAIICHI KOSHUHA KOGYO KK) 24 March 1977 (1977-03-24) page 9, paragraph 2; figures	1, 11
A	FR 2 770 794 A (SILFAX) 14 May 1999 (1999-05-14) page 4, lines 21-40; figures	1, 11

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 April 2005

Date of mailing of the international search report

28/04/2005

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Meritano, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP2005/000162

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5916319	A	29-06-1999	JP 2736629 B2 JP 9150222 A	02-04-1998 10-06-1997
US 4653301	A	31-03-1987	DE 3534428 A1 ES 8608956 A1 FR 2570966 A1 GB 2165175 A , B	07-05-1986 16-12-1986 04-04-1986 09-04-1986
US 3368377	A	13-02-1968	NL 6512606 A	30-03-1967
DE 2546695	A1	24-03-1977	NONE	
FR 2770794	A	14-05-1999	FR 2770794 A1 AT 213183 T CA 2309306 A1 DE 69803879 D1 DE 69803879 T2 EP 1035930 A1 WO 9924189 A1	14-05-1999 15-02-2002 20-05-1999 21-03-2002 10-10-2002 20-09-2000 20-05-1999